



NOVÉ POZNATKY V OPTIMALIZACI ZÁBRADELNÍCH PANELŮ Z UHPC

Zpracovali: Ing. Jan Tichý, CSc., Ing. Bohuslav Slánský ml., Ing. Stanislav Ševčík (Skanska a.s.)

Souhrn

Ultra vysokohodnotný beton (UHPC) je dalším moderním a kvalitativně novým materiálem na bázi cementového pojiva s výjimečnými parametry v oblasti mechanických vlastností a trvanlivosti. Proto byla ve firmě Skanska a.s. v Mostním centru v Brně vyrobena sada dalších zábradelních panelů z probarveného UHPC. Cílem výroby v tomto roce bylo provést materiálovou a tvarovou optimalizaci zábradelních panelů, aby byly ekonomicky srovnatelné s ocelovým zábradlím. Dále budou uvedeny výsledky doprovodných zkoušek mechanických vlastností a především statických a dynamických zkoušek samotných zábradelních panelů.

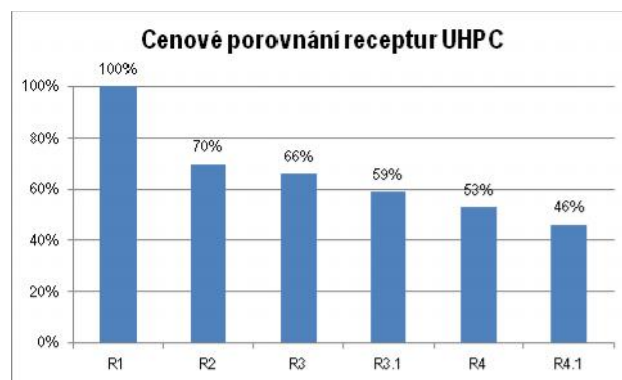
Oblast použití

Při návrhu a realizaci mostního zábradlí u rekonstruovaných i nových mostních konstrukcí.

Metodika a postup řešení

Materiálová optimalizace zábradelních panelů probíhala ve dvou rovinách:

- 1) Ekonomická optimalizace receptury UHPC a náhrada klasické betonákové výztuže.
- 2) Optimalizace receptury vyšla z požadavku na snížení nákladů na jeden vyrobený panel tak, aby byl reálným konkurentem zábradelního panelu z oceli. Z povodní receptury odvozené z výroby tenkostěnných probarvovaných fasádních panelů [1] byly vyjmuty finančně nejvýhodnější komponenty a byly buďto nahrazeny cenově dostupnější surovinou, v jednom případě byla pak po celkovém zvážení vypuštěna zcela. Dále byla zkoumána možnost snížení množství vláken v zábradlí. Výsledkem byla dvojice nových receptur, ze kterých je v době uzávkování vyrobeno několik kusů prototyp panelů a také několik sad zkušebních těles (krychle, trámečky). Cenové porovnání receptur je patrné na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, kde jako R1 je označena povodní receptura,



Obr. 1 Cenové porovnání receptur.

Dle nových požadavků TKP a TP MD R vznikl podnět k náhradě klasické betonákové výztuže, protože je nutné dodržet její krytí v dimenzích, jež jsou srovnatelné s tloušťkou panelu. Z důvodu nedodržení krytí lze tedy použít pouze výztuž nekovovou, korozivzdornou, apod. Po prozkoumání cenových možností se výzkumný tým rozhodl pro použití kompozitní výztuže (GFRP). Také panely užívající tento druh výztuže budou koncem roku 2016 podrobeny statickým a dynamickým zkouškám.

Tvarová optimalizace zábradelních panelů probíhala následovně:

Početní tvar panelů vycházel z jednoduchého návrhu výplně ve tvaru prosté desky. Bylo vyrobeno několik variant v tloušťkách 13 až 20 mm v několika probarvených provedeních. Tyto panely byly upevněny do ocelových rámců a byly podrobeny statickým zkouškám.

V dalším návrhu bylo nutné desku zesílit, nebo nevyhověla požadavkům normy pro mostní zábradlí [2]. Avšak se zvyšující se tloušťkou se zvyšovala i hmotnost panelu nad únosnou mez, což by značně znesnadlovala jeho montáž na stavbě. Proto byl panel vylehčen polygonálními otvory. Takovýto tvar byl podroben statické a dynamické zkoušce.

Výsledky

Doprovodné laboratorní zkoušky ověřily mechanické vlastnosti (pevnost v tlaku a v tahu za ohybu) a také nasákavost a odolnost UHPC v i CHRL.

Provedené zkoušky pevnosti ukázaly, že nově použité receptury dosahují dostatečně vysokých hodnot v tlaku (~120 MPa pro R3, resp. ~100 MPa pro R4). Povodní receptura (zde označovaná jako R1) dosahovala také cca 120 MPa v tlaku.

Nasákavost u receptur R3 a R4 vykazovala velmi nízké hodnoty ~ 1 %. Také odolnost těchto receptur v i CHRL byla výborná, maximální odpad po 150 cyklem metodou „A“ byl 55 g/m².

Statické i dynamické zkoušky zábradelních panelů z UHPC vycházely z požadavků normy pro mostní zábradlí [2]. Byly však mírně modifikovány, aby bylo možné jejich snadné provedení.

Statické zkoušky provedené v roce 2016 ověřily, že tvarová optimalizace popsaná výše, je opodstatněná. Byla provedena zkouška zatížením a odtižením zábradelního panelu. Výstupem z této zkoušky je graf patrný na Obr.2. Při zkoušce byl panel zatížen celkovou silou o hodnotě 2,50 kN, což představuje cca 140 % hodnoty požadované normou [2]. Poté byl opět odtižen. Během zatížení i odtižení byly zaznamenávány deformace. Poté byl panel zatížen závažím o celkové hmotnosti 500 kg (tedy 5,0 kN) a takto byl ponechán po dobu několika dní. A koliv došlo k masivnímu pruhnutí, celková destrukce panelu nenastala, viz Obr. 3. Stejně tak dojde dopadly dynamické zkoušky dle [2]. Tvarově optimalizované panely se po dopadu mřížkového tlesáku o hmotnosti 50 kg (pytel naplněný sklenými kuličkami) jeví jako celistvé a žádná jejich část se neodloupila, a koliv byly patrné trhliny na celou tloušťku. Po zmíněné materiálové optimalizaci byly ještě vyrobeny panely i z UHPC dle receptur R3 a R4, vyztužené sítí z GFRP. Jejich statické i dynamické zkoušky budou provedeny koncem roku 2016.

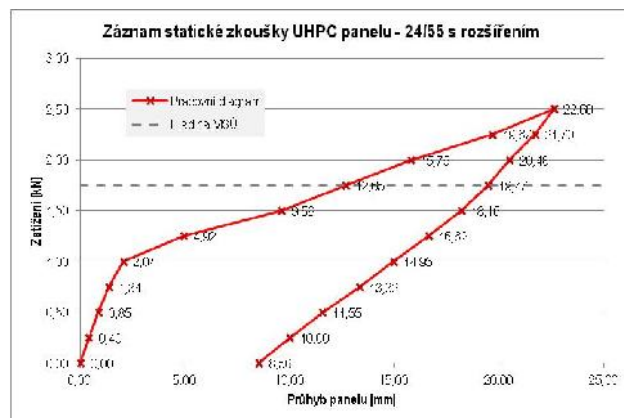
Závěr

Technologií výroby odléváním prvního UHPC do tenkostenných forem se podařilo výrazně zdokonalit a vyrobit kvalitní zábradelní panely.

Optimalizací prvního UHPC dochází k dle kladnému zatékání do všech částí forem, přestože je do tenkostenných dílců zabudována síť z klasické betonářské oceli nebo kompozitních skleněných tyčí.

Přesvědčili jsme se, že lze vyhovět náročnějším požadavkům architektů na profilování i odstín pohledové plochy panelu.

Velkým přínosem je i zvýšení užitných vlastností a trvanlivosti UHPC, zvláště v podmínkách vysoce agresivního prostředí.



Obr. 2 Záznam zkoušky panelu z rozšíření.



Obr. 3 Panel při statické zkoušce 500 kg.

Literatura

- [1] J.Tichý, J. Kolísko, V. Trefil, P. Huška: *Výroba tenkostenných fasádních panelů z bílého UHPC s výztužnou sítí*. In. 12. konference Technologie betonu 2014, BS, Jihlava
- [2] CEN/TR 1317-6. *Silniční záchytné systémy - Záchytné systémy pro chodce - část 6: Mostní zábradlí*. Praha: ÚNMZ, 2012. 44 p.